

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-197712

(P2002-197712A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード^{*} (参考)

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

Z 2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/00

G 0 2 B 13/00

5 D 1 1 8

13/18

13/18

5 D 1 1 9

G 1 1 B 7/09

G 1 1 B 7/09

D

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2000-392333 (P2000-392333)

(22) 出願日 平成12年12月25日 (2000. 12. 25)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号

(72) 発明者 木村 徹

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

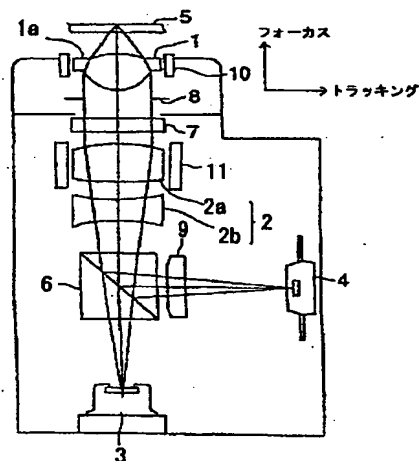
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集光光学系、光ピックアップ装置及び再生装置

(57) 【要約】

【課題】 レーザ光源の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を、簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系および光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 カップリングレンズ2を構成する2つのレンズ要素2a、2bのうち、少なくとも1つを光軸方向に沿って変移可能とすることで、集光光学系中の各光学面、特に対物レンズ1の光学面で生じる球面収差の変動が補正可能となる。従来の光情報記録媒体より高密度に情報を記録及び／又は高密度記録された情報を再生するために必要な高開口数の対物レンズを用いた場合に問題となる、レーザ光源3の発振波長の微小変動、及び／又は温度変化、及び／又は光情報記録媒体の透明基板の厚さの誤差等に起因して対物レンズ1で大きく発生する球面収差をリアルタイムで補正できるので、常に光情報記録媒体の情報記録面に適正なスポットを形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、このカップリングレンズを通過した光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズとを含む光情報記録媒体の記録及び／又は再生用の光ピックアップ装置の集光光学系であって、

前記集光光学系を構成する光学素子の少なくとも1つの光学面上に輪帯状の回折構造が形成され、

前記カップリングレンズは2群構成であって、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする集光光学系。

【請求項2】 前記光源は600nm以下の波長の光を出射し、前記集光光学系中の各屈折面の屈折作用により生じる軸上色収差と、前記回折構造で生じる軸上色収差とが相殺されることを特徴とする請求項1記載の集光光学系。

【請求項3】 前記カップリングレンズと、前記回折構造が設けてある光学素子と、前記対物レンズとからなる合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする請求項2記載の集光光学系。

$$|\Delta f_B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m$$

ただし、

NA：光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数

Δf_B ：前記光源の波長が+1nm変化したときの合成系の焦点位置の変化(μm)

【請求項4】 前記光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数が0.65以上であって、前記光情報記録媒体の透明基板の厚さが0.6mm以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項5】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は正屈折力を有し、次式を満たすことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の集光光学系。

$$4 \leq f_{CP} / f_{OBJ} \leq 17$$

但し、

f_{CP} ：前記光軸に沿って変移可能な正屈折力を有するレンズ群の焦点距離(mm)

f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離(mm)

【請求項6】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は負屈折力を有し、次式を満たすことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の集光光学系。

$$-20 \leq f_{CN} / f_{OBJ} \leq -3$$

但し、

f_{CN} ：前記光軸に沿って変移可能な負屈折力を有するレ

ンズ群の焦点距離(mm)

f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離(mm)

【請求項7】 前記対物レンズは1群1枚構成であって、少なくとも1つの面を非球面としたことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項8】 前記対物レンズは2群2枚構成であって、第1面から第3面のうち少なくとも2つの面を非球面としたことを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の集光光学系。

10 【請求項9】 前記回折構造が設けてある光学素子は、プラスチック材料から形成されたことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項10】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち光軸方向に沿って変移可能なレンズ群は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項11】 前記回折構造で発生するn(nは0, ±1以外の整数)次回折光の光量が、他のいずれの次数の回折光の光量よりも大きく、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生するために回折構造で発生したn次回折光を、前記光情報記録媒体の情報記録面に集光することができることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項12】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項13】 前記対物レンズは少なくとも1枚のプラスチック材料から形成されたレンズを含み、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、温湿度変化に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項14】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動に起因して生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項15】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動、或いは温湿度変化、或いは前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動のうち少なくとも2つ以上の組み合わせに起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の集光光学系。

【請求項16】 前記光情報記録媒体が表面側から順に、透明基板と情報記録層とが、交互に複数積層された構造を有し、前記対物レンズを光軸方向に沿って変移させることで各情報記録面に対して情報の記録及び／又は再生のためにフォーカシングさせ、かつ前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、各情報記録層での透明基板の厚さの違いによって生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項1乃至15記載の集光光学系。

【請求項17】 光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変える2群構成のカップリングレンズと、このカップリングレンズを通過した光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズとを含む集光光学系と、前記情報記録面からの反射光を検出する検出器と、前記情報記録面に光束を集光させるために、前記対物レンズを光軸方向及び光軸直角方向に変移させる第1の駆動装置と、前記カップリングレンズの少なくとも一つの光学素子を光軸方向に変移させる第2の駆動装置と、を有し、前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置であって、前記集光光学系を構成する光学素子の少なくとも1つの光学面上に輪帯状の回折構造が形成され、前記第2の駆動装置は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項18】 前記光源は600nm以下の波長の光を出射し、前記集光光学系中の各屈折面の屈折作用により生じる軸上色収差と、前記回折構造で生じる軸上色収差とが相殺されることを特徴とする請求項17記載の光ピックアップ装置。

【請求項19】 前記カップリングレンズと、前記回折構造が設けられている光学素子と、前記対物レンズとからなる合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする請求項18記載の光ピックアップ装置。

$$|\Delta f_B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m$$

ただし、

NA：光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数

Δf_B ：前記光源の波長が+1nm変化したときの合成系の焦点位置の変化（ μm ）

【請求項20】 前記光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数が0.65以上であって、前記光情報記録媒体の透明基板の厚さが0.6mm以下であることを特徴とする請求項17乃至19のいずれかに記載の光ピックアップ装

置。

【請求項21】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は正屈折力を有し、次式を満たすことを特徴とする請求項17乃至20のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$4 \leq f_{CP} / f_{OBJ} \leq 17$$

但し、

f_{CP} ：前記光軸に沿って変移可能な正屈折力を有するレンズ群の焦点距離（mm）

10 f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離（mm）

【請求項22】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は負屈折力を有し、次式を満たすことを特徴とする請求項17乃至20のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$-20 \leq f_{CN} / f_{OBJ} \leq -3$$

但し、

f_{CN} ：前記光軸に沿って変移可能な負屈折力を有するレンズ群の焦点距離（mm）

f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離（mm）

20 【請求項23】 前記対物レンズは1群1枚構成であって、少なくとも1つの面を非球面としたことを特徴とする請求項17乃至22のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 前記対物レンズは2群2枚構成であって、第1面から第3面のうち少なくとも2つの面を非球面としたことを特徴とする請求項17乃至22のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項25】 前記回折構造が設けられている光学素子は、プラスチック材料から形成されたことを特徴とする請求項17乃至24のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項26】 前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち光軸方向に沿って変移可能なレンズ群は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項17乃至25のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項27】 前記回折構造で発生する n （ n は0、 ± 1 以外の整数）次回折光の光量が、他のいずれの次数の回折光の光量よりも大きく、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生するために回折構造で発生した n 次回折光を、前記光情報記録媒体の情報記録面に集光することができることを特徴とする請求項17乃至26のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項28】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項17乃至27のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項29】 前記対物レンズは少なくとも1枚のプラスチック材料から形成されたレンズを含み、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、温湿度変化に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項17乃至27のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項30】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動に起因して生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項17乃至27のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項31】 前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動、或いは温湿度変化、或いは前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動のうち少なくとも2つ以上の組み合わせに起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項17乃至27のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】 前記光情報記録媒体が表面側から順に、透明基板と情報記録層とが、交互に複数積層された構造を有し、前記対物レンズを光軸方向に沿って変移させることで各情報記録層に対して情報の記録及び／又は再生のためにフォーカシングさせ、かつ前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、各情報記録層での透明基板の厚さの違いによって生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする請求項17乃至31記載の光ピックアップ装置。

【請求項33】 請求項17乃至32のいずれかに記載の光ピックアップ装置を搭載したことを特徴とする、音声及び／又は画像の記録、及び／又は、音声及び／又は画像の再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ピックアップ装置用の集光光学系及び光ピックアップ装置に関し、特に高密度な情報記録又は再生が可能な光ピックアップ装置及びその集光光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色半導体レーザーの実用化に伴い、従来の光ディスク（光情報記録媒体ともいう）である、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタルバーサタイルディスク）が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な情報の記録又は再生を可能とする次世代の光ディスクが登場することが予想される。

【0003】 このような次世代の光ディスクを媒体とした光情報記録再生装置の光学系では、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのためには、光源であるレーザーの短波長化や対物レンズの高開口数化が必要となる。現在、短波長レーザー光源としてその実用化が期待されているのは、発振波長400nm程度の青紫色半導体レーザーである。

10 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、レーザー光源の短波長化や対物レンズの高開口数化が進むと、通常のCDやDVDのごとき従来の光ディスクに対して情報の記録または再生を行うような、比較的長波長のレーザー光源と低開口数の対物レンズとの組み合わせからなる光ピックアップ装置では、ほとんど無視できる問題でも、より顕在化してくることが予想される。

【0005】 その1つがレーザー光源の微少な発振波長の変動により対物レンズで生じる軸上色収差の問題である。光ピックアップ装置において光源として用いられる半導体レーザーから出射される光束の波長は一般的に単色であるので、理論上は対物レンズでは軸上色収差は発生しないと考えられる。しかしながら、実際的には半導体レーザーの特性の一つとして、出力の変化により瞬時的に波長が数nmほど変化するモードホップ現象を起こす場合がある、しかるに、対物レンズの軸上色収差が補正されていない場合には、モードホップ現象によって集光位置が変化し、情報の記録及び／又は再生においてエラーが生じる可能性がある。

30 【0006】 又、光源の波長が短くなるに従い集光位置の変化量は大きくなるので、光ピックアップ装置の光源として発振波長600nm以下の短波長半導体レーザー、特に発振波長400nm程度の青紫色半導体レーザーを用いた場合は対物レンズで発生する軸上色収差の補正が必要となる。

【0007】 更に、レーザー光源の短波長化と対物レンズの高開口数化において顕在化する別の問題は、光源の微少な発振波長変動によって対物レンズで発生する球面収差の変動である。光ピックアップ装置において光源として用いられる半導体レーザーはその発振波長に±10nmほどの個体間のばらつきがある。しかるに、基準波長からずれた発振波長をもつ半導体レーザーを光源に用いると、対物レンズで発生する球面収差は開口数が大きくなるほど大きくなる。このため、基準波長からずれた発振波長をもつ半導体レーザーを使用できないものとする、光源として使用する半導体レーザーの選別が必要となるが、それにより半導体レーザーのコストが上昇する。

【0008】 又、レーザー光源の短波長化と対物レンズの高開口数化において顕在化する更に別の問題は、温度・湿度変化による対物レンズで発生する球面収差の変動で

ある。すなわち、光ピックアップ装置において一般的に使用されているプラスチックレンズは、温度や湿度変化をうけて変形しやすく、また、屈折率が大きく変化する。プラスチックレンズの温度変化に対する屈折率の変化は $-10 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ほどである。屈折率変化により生じる球面収差は、対物レンズの開口数の4乗に比例して発生するので、従来の光ピックアップ装置に用いられる光学系ではそれほど問題にならなかった屈折率変化による球面収差の変動も、対物レンズの高開口数化においては無視できない量となる。

【0009】更に、レーザ光源の短波長化と対物レンズの高開口数化において顕在化する別の問題は、光ディスクの保護層（透明基板ともいう）の厚み誤差に起因する光学系の球面収差の変動である。保護層の厚み誤差により生じる球面収差は、対物レンズの開口数の4乗に比例して発生するので、対物レンズの開口数が大きくなるにつれて保護層の厚み誤差の影響が大きくなり、安定した情報の記録または再生が出来なくなる恐れがある。

【0010】本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑み、レーザ光源の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を、簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系および光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0011】更に本発明は、レーザ光源のモードホップ現象に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できる集光光学系および光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0012】又、本発明は、短波長レーザ光源と高開口数の対物レンズを備え、透明基板厚みの異なる複数の情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行える集光光学系および光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の集光光学系は、光源から出射された発散光の発散角を変えるカップリングレンズと、このカップリングレンズを通過した光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズとを含む光情報記録媒体の記録及び／又は再生用の光ピックアップ装置の集光光学系であって、前記集光光学系を構成する光学素子の少なくとも1つの光学面上に輪帯状の回折構造が形成され、前記カップリングレンズは2群構成であって、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする。

【0014】請求項1に記載の集光光学系は、DVDより高密度・大容量の次世代の光情報記録媒体に対する記録及び／又は再生を行うための光ピックアップ装置に用

いられる集光光学系の好ましい構成に関する。集光光学系を構成する光学素子の少なくとも1つの光学面上に、光源の波長が長波長側に微小変動した場合に対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性をもつ回折構造を設けることで、青紫色半導体レーザのような短波長光源を用いた際に問題となる対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できる。上記回折構造を設けるのは対物レンズより光源側に別途配置されたカップリングレンズ以外の光学素子でもよいが、対物レンズ及び／又はカップリングレンズに設けるほうが集光光学系の構成要素を多くすることがないので光ピックアップ装置を小型化でき好ましい。また、カップリングレンズの光学面に回折構造を設ける場合に、回折のパワーを2つ以上の光学面に分担させることができるので、1つの光学面上に設ける回折構造の最小輪帯間隔を大きくすることが可能となり、回折効率を高めることができる。

【0015】さらに、カップリングレンズを構成する2つのレンズ群のうち、少なくとも1つを光軸方向に沿って変移可能とすることで、集光光学系中の各光学面、特に対物レンズの光学面で生じる球面収差の変動が補正可能となる。従来の光情報記録媒体より高密度に情報を記録及び／又は高密度記録された情報を再生するために必要の高開口数の対物レンズを用いた場合に問題となる、光源の発振波長の微小変動、及び／又は温湿度変化、及び／又は光情報記録媒体の透明基板の厚さの誤差等に起因して対物レンズで大きく発生する球面収差をリアルタイムで補正できるので、常に光情報記録媒体の情報記録面に適正なスポットを形成することができる。

【0016】また、上記のカップリングレンズの変移可能なレンズ群を光軸に沿って動かすことで、集光光学系を形成する光学素子の成形誤差に起因して発生した球面収差も補正可能である。一般に光学素子を金型を用いた成形法で製造する場合、金型の加工誤差や光学素子の成形誤差が発生する、例えば、中心の厚さ誤差や光学面の形状誤差である。これらの誤差によって生じる収差の成分が3次の球面収差であれば、本発明による集光光学系では上記のカップリングレンズの変移可能なレンズ群を光軸に沿って動かすことで補正ができる。したがって、集光光学系を形成する光学素子の製造時の誤差許容量を大きくでき、生産性を高めることができる。

【0017】請求項2に記載の集光光学系は、前記光源は600nm以下の波長の光を出射し、前記集光光学系中の各屈折面の屈折作用により生じる軸上色収差と、前記回折構造で生じる軸上色収差とが相殺されることを特徴とする。

【0018】請求項2にあるように、600nm以下の発振波長を発生する光源を用いることで、従来の光情報記録媒体より高密度に記録及び／又は高密度記録された情報の再生が光情報記録媒体に対して可能となるが、前述したように集光光学系、特に対物レンズで発生する軸

上色収差が問題となる。集光光学系の各屈折面で発生する軸上色収差と逆極性の軸上色収差を前記回折構造で発生させることで、集光光学系を介して光情報記録媒体の情報記録面にスポットを形成したときの波面は軸上色収差が相殺された状態であり、集光光学系全体として光源の波長変動の範囲内で良好に軸上色収差が補正された系とすることができる。

【0019】尚、本発明の集光光学系は、光源の発振波長の光に対して、厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である光学材料から形成されることが好ましい。600nm以下、特に400nm程度の発振波長をもつ短波長光源を用いた場合は、光学材料の光の吸収による透過率の低下が問題となるが、集光光学系を上記のような内部透過率をもつ材料から形成することで、記録時に光源の出力を大きくしなくても高い光量のスポットを形成でき、また再生時の読み出し信号のS/N比をよくす*

$$|\Delta f B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m$$

ただし、

NA：光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数

$\Delta f B$ ：前記光源の波長が+1nm変化したときの合成系の焦点位置の変化(μm)

【0022】回折構造の作用を利用して集光光学系の各屈折面で発生する軸上色収差を補正した場合には、集光光学系の軸上色収差、すなわちカップリングレンズと回折構造が設けてある光学素子と対物レンズとからなる合成系の軸上色収差が請求項3の条件式(1)を満たすことが好ましい。

【0023】請求項4に記載の集光光学系は、前記光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数が0.65以上であって、前記光情報記録媒体の透明基板の厚さが0.6mm以下であることを特徴とする。

【0024】請求項4にあるように、光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の対物レンズの像側開口数(NA)を0.65以上に高めることで(従来の光情報記録媒体、例えばCDでは0.45、DVDでは0.60である)、情報記録面上に集光する※

$$4 \leq f_{CP} / f_{OBJ} \leq 17$$

但し、

f_{CP} ：前記光軸に沿って変移可能な正屈折力を有するレンズ群の焦点距離(mm)

f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離(mm)

【0026】請求項5にあるように、カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、正屈折力を有するレンズ群を光軸に沿って変移可能とした場合、(2)式を満たすことが好ましい。(2)式の上限を超えないようにすると、集光光学系で生じた球面収差変動を補正するための変移量が小さくて済むので、全体的にコンパクトな集光光学系とすることができる。(2)式の下限を超えない

※ることができる。

【0020】さらに、本発明の集光光学系は飽和吸水率が0.5%以下の光学材料から形成されることが好ましい。このようにすると、集光光学系を構成する各光学素子が空気中の水分を吸収する過程において光学素子中に吸水率の差による屈折率分布が生じにくく、それによって発生する収差や位相変化にともなう回折効率の低下を抑えることができる。特に対物レンズの開口数が大きいと、収差発生や回折効率低下は大きくなる傾向にあるが、上記のようにすることで、それらを十分小さく抑えることができる。

【0021】請求項3に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズと、前記回折構造が設けてある光学素子と、前記対物レンズとからなる合成系の軸上色収差が次式を満たすことを特徴とする。

(1)

※ポットのサイズを小さくできるので、従来の光情報記録媒体より高密度に記録及び／又は高密度記録された情報の再生が光情報記録媒体に対して可能となる。しかし、このように対物レンズの開口数を高めることで、光軸に対して垂直な面からの光情報記録媒体の傾きやそれに起因するコマ収差の発生が大きくなるという問題が発生する。光情報記録媒体の透明基板の厚さを小さくすることで、このようなコマ収差の発生を抑制できる。対物レンズの開口数を0.65以上に高めた場合は、光情報記録媒体の透明基板の厚さ(t)を0.6mm以下にすることが好ましい(従来の光情報記録媒体、例えばCDでは1.2mm、DVDでは0.6mmである)。具体的には、 $0.65 \leq NA \leq 0.70$ の場合には $0.3 \leq t \leq 0.6 \text{ mm}$ とするのが好ましく、 $0.70 \leq NA \leq 0.85$ の場合は $0.0 \leq t \leq 0.3 \text{ mm}$ とするのが好ましい。

【0025】請求項5に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は正屈折力を有し、次式を満たすことを特徴とする。

(2)

いようにすると、変移可能なレンズ群の屈折力を小さく抑えることができるので、変移可能なレンズ群での収差の発生を抑制できる。又、カップリングレンズを構成する2つのレンズ群を共に正屈折力を有するものとした場合は、(2)式を満たすことで、上述した2つのレンズ群への屈折力の配分をバランス良く行うことができるので、それぞれのレンズ群を製造しやすい形状とすることができる。

【0027】請求項6に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は負屈折力を有し、次式を満たす

ことを特徴とする。

$$-20 \leq f_{CN} / f_{OBJ} \leq -3$$

但し、

f_{CN} ：前記光軸に沿って変移可能な負屈折力を有するレンズ群の焦点距離 (mm)

f_{OBJ} ：前記対物レンズの焦点距離 (mm)

【0028】請求項6にあるように、カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、負屈折力を有するレンズ群を光軸に沿って変移可能とした場合、(3)式を満たすことが好ましい。(3)式の下限を超えないようにすると、集光光学系で生じた球面収差変動を補正するための変移量が小さくて済むので、全体的にコンパクトな集光光学系とすることができる。(3)式の上限を超えないようにすると、変移可能なレンズ群の屈折力を小さく抑えることができるので、変移可能なレンズ群での収差の発生を抑制できる。更に、カップリングレンズを構成する2つのレンズ群のうち、正屈折力を有するレンズ群の屈折力を小さく抑えることができるので、正屈折力を有するレンズ群での収差の発生を抑制でき、製造しやすいものとなる。

【0029】請求項7に記載の集光光学系は、前記対物レンズが1群1枚構成であって、少なくとも1つの面を非球面としたことを特徴とする。

【0030】請求項7にあるように、対物レンズを少なくとも1つの面を非球面とした1群1枚構成とすることで、1群1枚構成という簡易な構成でかつ球面収差およびコマ収差が良好に補正された、従来の光情報記録媒体より高密度に記録及び／又は高密度記録された情報の再生が光情報記録媒体に対して可能な光ピックアップに好適な対物レンズを得ることができる。又、両面を非球面とすることがより好ましく、それによりさらに精緻に収差の補正ができる。また、対物レンズを1群1枚構成とすることで、開口数が大きくなってもワーキングディスタンスを大きく確保することができるので、光情報記録媒体のそりや傾きによる対物レンズと光情報記録媒体との接触を防ぐことができる。

【0031】請求項8に記載の集光光学系は、前記対物レンズが2群2枚構成であって、第1面から第3面のうち少なくとも2つの面を非球面としたことを特徴とする。

【0032】請求項8にあるように対物レンズを2群2枚構成とすることで、光線に対する屈折力を4つの面に分配することができるので、開口数を大きくしても1面ごとの屈折力は小さくて済む。その結果、金型加工やレンズ成形時のレンズ面間の偏芯許容量を大きくすることができ、製作しやすいレンズとすることができる。また、光線に対する屈折力を4つの面に分配することで、第1面から第3面のうち少なくとも2つの面に設けた非球面の収差補正作用に余裕があるので精緻に球面収差およびコマ収差の補正ができる。このとき、少なくとも

(3)

第1面と第3面の2つの面を非球面とすることが好ましい。さらに、第2面も非球面とすることで、第1レンズと第2レンズの光軸のずれにより発生する収差を小さく抑えることができるのでより好ましい。

【0033】請求項9に記載の集光光学系は、前記回折構造が設けてある光学素子が、プラスチック材料から形成されているので、回折構造が付加しやすく、さらに金型を用いた射出成形法等により安価に大量生産することができる。

【0034】請求項10に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち光軸方向に沿って変移可能なレンズ群が、比重2.0以下の材料から形成されていると、変移時における慣性力を小さく抑えることができ、より迅速な変移が可能となるため好ましい。また、上記変移可能なレンズ群を変移させるための駆動装置としてのアクチュエータの駆動電流が小さくて済むので、より小型のアクチュエータを用いることができる。

【0035】請求項11に記載の集光光学系は、前記回折構造で発生する n (n は0、 ± 1 以外の整数)次回折光の光量が、他のいずれの次数の回折光の光量よりも大きく、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生するために回折構造で発生した n 次回折光を、前記光情報記録媒体の情報記録面に集光することができると、前記回折構造を複数の輪帯から形成した場合に、輪帯間隔を大きくとれるため製造容易となり好ましい。

【0036】請求項12に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正すると、良好なスポットを光情報記録媒体の情報記録面に形成できるので、光源の選別が不要となり好ましい。

【0037】請求項13に記載の集光光学系は、前記対物レンズは少なくとも1枚のプラスチック材料から形成されたレンズを含み、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、温湿度変化に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正すると、温度変化や湿度変化によって結像性能の低下が起こりやすいプラスチックレンズであっても、高開口数の対物レンズとして使用することが可能となるので、光ピックアップ装置の大幅なコストダウンを図れる。

【0038】請求項14に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動に起因して生じる球面収差の

変動を補正すると、光情報記録媒体の許容製造誤差を大きくすることができるので、生産性を高めることができる。

【0039】請求項15に記載の集光光学系は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動、或いは温度変化、或いは前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動のうち少なくとも2つ以上の組み合わせに起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする。

【0040】本発明による集光光学系は、請求項13のように温度変化、あるいは光情報記録媒体の透明基板の厚さの誤差、あるいは光源の発振波長の基準波長からのばらつきの組み合わせによって生じる球面収差の変動を補正できるので、常に集光特性の良好な集光光学系を得ることができる。

【0041】請求項16に記載の集光光学系は、前記光情報記録媒体が表面側から順に、透明基板と情報記録層とが、交互に複数積層された構造を有し、前記対物レンズを光軸方向に沿って変移させることで各情報記録面に対して情報の記録及び／又は再生のためにフォーカシングさせ、かつ前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、各情報記録層での透明基板の厚さの違いによって生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする。

【0042】請求項16に記載の集光光学系は、光情報記録媒体の表面側から順に、透明基板と情報記録層とが、交互に複数積層された構造を有する光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生が可能な光ピックアップ装置用の集光光学系に関する。かかる集光光学系によれば、カップリングレンズの変移可能な光学素子を光軸に沿って動かすことで、表面から情報記録層までの透明基板の厚さの違いによる球面収差を補正でき、さらに対物レンズを光軸方向に変移させれば、所望の情報記録層に合焦できるので、それぞれの情報記録面上に良好な波面を形成できる。したがって、光情報記録媒体の片側の面に2倍、あるいはそれ以上の容量の情報を記録及び／又は再生が可能となる。

【0043】請求項17に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された発散光の発散角を変える2群構成のカップリングレンズと、このカップリングレンズを通過した光束を光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させる対物レンズとを含む集光光学系と、前記情報記録面からの反射光を検出する検出器と、前記情報記録面に光束を集光させるために、前*

$$|\Delta f B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m$$

ただし、

NA：光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数

$\Delta f B$ ：前記光源の波長が+1nm変化したときの合成

*記対物レンズを光軸方向及び光軸直角方向に変移させる第1の駆動装置と、前記カップリングレンズの少なくとも一つの光学素子を光軸方向に変移させる第2の駆動装置と、を有し、前記光情報記録媒体の情報記録面に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置であって、前記集光光学系を構成する光学素子の少なくとも一つの光学面上に輪帯状の回折構造が形成され、前記第2の駆動装置は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正することを特徴とする。

10

【0044】請求項17に記載の光ピックアップ装置は、DVDより高密度・大容量の次世代の光情報記録媒体に対する記録及び／又は再生を行うための光ピックアップ装置に関する。かかる光ピックアップ装置の集光光学系を構成する光学素子の少なくとも1つの光学面上に、光源の波長が長波長側に微少変動した場合に対物レンズのバックフォーカスが短くなるような波長特性をもつ回折構造を設けることで、青紫色半導体レーザのような短波長光源を用いた際に問題となる対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正し、さらに、カップリングレンズを構成する2つのレンズ群のうち、少なくとも1つを光軸方向に沿って変移可能とすることで、集光光学系中の各光学面で生じる球面収差の変動を良好に補正することができる。第2の駆動装置は、カップリングレンズを構成する2つのレンズ群のうち、少なくとも1つを光軸に沿って変移させるが、このとき、情報記録面上に集光された光束の集光状態を検出するセンサーでの信号をモニターしながら集光光学系で発生した球面収差が最適に補正されるように上記光学素子を変移させる。この第2の駆動装置としては、ボイスコイル型アクチュエーターやピエゾアクチュエーターなどを用いることができる。又、請求項1に記載の発明と同様な作用効果も有する。

20

30

40

【0045】請求項18に記載の光ピックアップ装置は、前記光源は600nm以下の波長の光を出射し、前記集光光学系中の各屈折面の屈折作用により生じる軸上色収差と、前記回折構造で生じる軸上色収差とが相殺されるので、請求項2に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0046】請求項19に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズと、前記回折構造が設けられる光学素子と、前記対物レンズとからなる合成系の軸上色収差が次式を満たすので、請求項3に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

$$(4)$$

系の焦点位置の変化 (μm)

【0047】請求項20に記載の光ピックアップ装置は、前記光情報記録媒体に記録及び／又は再生を行うのに必要な所定の前記対物レンズの像側開口数が0.65

50

以上であって、前記光情報記録媒体の透明基板の厚さが0.6mm以下であるので、請求項4に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0048】請求項21に記載の光ピックアップ装置 *
 $4 \leq f_{CP} / f_{OBJ} \leq 17$

但し、

f_{CP} : 前記光軸に沿って変移可能な正屈折力を有するレンズ群の焦点距離 (mm)

f_{OBJ} : 前記対物レンズの焦点距離 (mm)

【0049】請求項22に記載の光ピックアップ装置 ※10
 $-20 \leq f_{CN} / f_{OBJ} \leq -3$

但し、

f_{CN} : 前記光軸に沿って変移可能な負屈折力を有するレンズ群の焦点距離 (mm)

f_{OBJ} : 前記対物レンズの焦点距離 (mm)

【0050】請求項23に記載の光ピックアップ装置は、前記対物レンズは1群1枚構成であって、少なくとも1つの面を非球面としたので、請求項7に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0051】請求項24に記載の光ピックアップ装置 20
 は、前記対物レンズは2群2枚構成であって、第1面から第3面のうち少なくとも2つの面を非球面としたので、請求項8に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0052】請求項25に記載の光ピックアップ装置は、前記回折構造が設けてある光学素子が、プラスチック材料から形成されたので、請求項9に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0053】請求項26に記載の光ピックアップ装置 30
 は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち光軸方向に沿って変移可能なレンズ群は、比重2.0以下の材料から形成されているので、請求項10に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0054】請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記回折構造で発生する n (n は0, ± 1 以外の整数) 次回折光の光量が、他のいずれの次数の回折光の光量よりも大きく、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対する情報の記録及び／又は再生するために回折構造で発生した n 次回折光を、前記光情報記録媒体の情報記録面に集光することができるので、請求項11に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0055】請求項28に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正するので、請求項12に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0056】請求項29に記載の光ピックアップ装置 50
 は、前記対物レンズは少なくとも1枚のプラスチック材料から形成されたレンズを含み、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿

*は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は正屈折力を有し、次式を満たすので、請求項5に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

(5)

※は、前記カップリングレンズを構成するレンズ群のうち、光軸に沿って変移可能なレンズ群は負屈折力を有し、次式を満たすので、請求項6に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

(6)

って変移させることで、温湿度変化に起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正するので、請求項13に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0057】請求項30に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動に起因して生じる球面収差の変動を補正するので、請求項14に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0058】請求項31に記載の光ピックアップ装置は、前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、前記光源の発振波長の変動、或いは温湿度変化、或いは前記情報記録媒体の透明基板の厚さの変動のうち少なくとも2つ以上の組み合わせに起因して集光光学系の各光学面で生じる球面収差の変動を補正するので、請求項15に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0059】請求項32に記載の光ピックアップ装置 30
 は、前記光情報記録媒体が表面側から順に、透明基板と情報記録層とが、交互に複数積層された構造を有し、前記対物レンズを光軸方向に沿って変移させることで各情報記録面に対して情報の記録及び／又は再生のためにフォーカシングを行い、かつ前記カップリングレンズを構成する少なくとも1つのレンズ群を光軸方向に沿って変移させることで、各情報記録層での透明基板の厚さの違いによって生じる球面収差の変動を補正するので、請求項16に記載の発明と同様な作用効果を奏する。

【0060】請求項33に記載の再生装置は、請求項17乃至32のいずれかに記載の光ピックアップ装置を搭載した、音声及び／又は画像の記録、及び／又は、音声及び／又は画像の再生装置である。

【0061】請求項33の再生装置によれば、音声・画像の記録装置・再生装置が上述の光ピックアップ装置を搭載したことにより、DVDより高密度・大容量の次世代の光情報記録媒体に対して音声・画像の記録または再生を良好に行うことができる。

【0062】本明細書中で用いる回折構造とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、 50
 回折によって光線の角度を変える作用を持たせた形態

(又は面)のことをいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状となっているものを含む。

【0063】本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上のレンズを指すものである。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数NAとは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面から光情報記録媒体側に射出した光束の開口数NAを指すものである。また、本明細書中において光情報記録媒体に対して情報を記録又は再生する際に必要な所定開口数とは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示す。

【0064】本明細書中において、光情報記録媒体(光ディスク)としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の現在の光情報記録媒体および次世代の記録媒体なども含まれる。多くの光情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。しかしながら、透明基板の厚さが殆どゼロに近いもの、あるいは透明基板が全くないものも存在もしくは提案されている。説明の都合上、本明細書中「透明基板を介して」と記載することがあるが、かかる透明基板は厚さがゼロである、すなわち透明基板が全くない場合も含むものである。

【0065】本明細書中において、情報の記録及び再生とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0066】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は、第1の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。

【0067】図1の光ピックアップ装置において、光源である半導体レーザ3と、光源3から射出される発散光の発散角を変換するカップリングレンズ2(2枚のレンズ群すなわちレンズ要素2a、2bからなり、レンズ要素2aは正屈折力を有し、レンズ要素2bは負屈折力を有する。以下の実施の形態において同じ)と、カップリングレンズ2からの光束を光情報記録媒体の情報記録面5に集光する対物レンズ1と、光情報記録媒体の情報記録面5からの反射光を受光する検出器4とを備えている。カップリングレンズ2と対物レンズ1とで集光光学系を構成する。

【0068】図1の光ピックアップ装置は、更に、情報記録面5からの反射光を検出器4に向けて分離するビームスプリッタ6と、カップリングレンズ2と対物レンズ1との間に配置された1/4波長板7と、対物レンズ8に前置された絞り8と、シリンダリカルレンズ9と、フォーカス・トラッキング用のアクチュエータ(第1の駆動装置:以下の実施の形態において同じ)10とを備える。

【0069】また、対物レンズ1は、その外周に光軸に対し垂直方向に延びた面を持つフランジ部1aを有する。このフランジ部1aにより、対物レンズ1を光ピックアップ装置に精度よく取付けることができる。又、対物レンズ1は、2軸アクチュエータ10により、フォーカシングのために光軸方向に、及びトラッキングのために光軸直角方向に変移可能とされている。

【0070】カップリングレンズ2は、入射された発散光束を光軸に対して、ほぼ平行光束にするコリメートレンズであっても良い。本実施の形態では、半導体レーザ3の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を抑制するために、カップリングレンズ2のレンズ要素2aを、アクチュエータ(第2の駆動装置:以下の実施の形態において同じ)11により、その光軸方向に変移可能としている。

【0071】(実施例)次に、本実施の形態に適用可能な集光光学系の第1実施例について説明する。第1実施例及び他の実施例において、半導体レーザ3の光源波長は405nmであり、対物レンズ1の開口数は0.85としている。第1実施例における非球面については、光軸方向をx軸、光軸に垂直な方向の高さをh、面の曲率半径をrとすると次式(数1)で表す。但し、 κ を円錐係数、 A_{2i} を非球面係数とする。

【数1】

$$x = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) h^2/r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

【0072】一方、回折面については、回折レリーフをはずしたマクロ的な形状を示す母非球面と、次式（数2）の光路差関数 Φ_b とで表す。光路差関数 Φ_b は、基準波長の回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすものとし、光路差関数 Φ_b の値が $m\lambda$ （ m は回折次数）変わるごとに回折輪帯を設ける。但し、 h は光軸からの距離、 b_{2i} は光路差関数の係数である。

【数2】

$$\Phi_b = \sum_{i=1} b_{2i} h^{2i}$$

実施例1

λ 405nm

NA 0.85

面番号		r(mm)	d(mm)	N_d	ν_d
0	光源		9.524		
1(回折面1)	カップリングレンズ	∞	1.200	1.52491	56.5
2(非球面1)		-41.291	d2(可変)		
3(回折面2)		∞	1.200	1.52491	56.5
4(非球面2)		-40.155	d4(可変)		
5	絞り		0.000		
6(非球面3)	対物レンズ	1.194	2.650	1.52491	56.5
7(非球面4)		-0.975	0.355		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

【0073】第1実施例の集光光学系のレンズデータを表1に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図2に示し、球面収差図を図3に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第1面および第3面に設けた回折構造の作用により、集光光学系で発生する軸上色収差を補正している。さらに、表2に示すように、カップリングレンズ2のレンズ要素2a、2bの間隔を変えることで、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差を補正可能としている。

【表1】

非球面係数

非球面1

κ	-6.0700E+02
A_4	2.1101E-04
A_6	6.3636E-04
A_8	-1.5044E-04

非球面2

κ	-5.4018E+02
A_4	7.6477E-04
A_6	-6.5149E-05
A_8	4.6581E-05
A_{10}	-4.8124E-06

非球面3

κ	-6.8335E-01
A_4	1.6203E-02
A_6	1.5491E-03
A_8	2.8929E-03
A_{10}	-3.6771E-04
A_{12}	-3.5822E-04
A_{14}	1.4842E-04
A_{16}	1.1960E-04
A_{18}	-3.0230E-05
A_{20}	-1.1052E-05

非球面4

κ	-2.1704E+01
A_4	3.0802E-01
A_6	-6.3950E-01
A_8	5.8536E-01
A_{10}	-2.1562E-01
A_{12}	-2.5227E-04

回折面係数

回折面1

b_2	-2.4126E-02
b_4	-8.7753E-04

回折面2

b_2	-1.1228E-02
b_4	-8.6150E-04

【表2】

実施例1

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d4(可変)
基準状態 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t = 0.100\text{mm}$)		0.004λ	4.000	6.000
光源の波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.005λ	2.545	7.455
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.010λ	5.616	4.384
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.010λ	2.279	7.721
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.018λ	6.064	3.906
透明基板の厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.008λ	1.551	8.449
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.007λ	7.126	2.874

(注)温度変化時の光源の発振波長変化量 $\Delta\lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$

【0074】尚、本明細書中（表のレンズデータ含む）において、10のべき乗数（例えば 2.5×10^{-3} ）を、E（例えば $2.5 \times E^{-3}$ ）を用いて表している。

【0075】次に、図1の光ピックアップ装置に用いることができる第2実施例の集光光学系について説明する。まず、本実施例の集光光学系のレンズデータを表3に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図4に示し、球面収差図を図5に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第3面および1群1枚構成の対物レンズ1の第1面に設けた回折構造の作用により集光光学系で発生する軸上色収差を補正している。さらに、表4に示すように、カップリングレンズ2

10 のレンズ要素2a、2bの間隔を変えることで、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差を補正可能としている。また、対物レンズ1に発散光束が入射する場合、同じ径の絞りを通過する平行光束が入射する場合に比べて、対物レンズ1の光源側の面の光線通過高さが大きくなる。その際の高次の非球面によるフレア成分の発生を抑えるために、本実施例では、光束を規制する絞りを対物レンズ1の光源側の面の頂点より光情報記録媒体側に配置している。

20 【表3】

実施例2
 λ 405nm
 NA 0.85

面番号		r (mm)	d (mm)	N_d	ν_d
0	光源		d0(可変)		
1(非球面1)	カップリング レンズ	-18.828	0.800	1.52491	56.5
2(非球面2)		16.312	d2(可変)		
3(回折面1)		69.930	1.200	1.52491	56.5
4(非球面3)		-11.046	6.000		
5	絞り		-1.000		
6(非球面4, 回折面2)	対物レンズ	1.247	2.750	1.52491	56.5
7(非球面5)		-0.861	0.330		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面係数

非球面1

κ	8.8068E+00
A_4	1.3574E-03
A_6	-3.0031E-02
A_8	-4.1461E-04

非球面2

κ	-6.6272E+02
A_4	-2.0667E-03
A_6	-7.2622E-03
A_8	-7.6379E-03

非球面3

κ	-3.9217E+00
A_4	3.7182E-04
A_6	8.0750E-04
A_8	1.1443E-04
A_{10}	5.3543E-05

非球面4

κ	-7.0271E-01
A_4	2.0793E-02
A_6	-2.5985E-03
A_8	4.9919E-03
A_{10}	-2.2786E-04
A_{12}	-9.5332E-04
A_{14}	4.6404E-05
A_{16}	1.7553E-04
A_{18}	2.1430E-05
A_{20}	-2.9890E-05

非球面5

κ	-2.7384E+01
A_4	1.3778E-01
A_6	-3.2821E-01
A_8	2.6291E-01
A_{10}	-7.8115E-02
A_{12}	-2.5227E-04

回折面係数

回折面1

b_2	-1.6978E-02
b_4	7.8786E-04
b_6	-9.5788E-04
b_8	-6.4481E-05
b_{10}	3.1466E-06

回折面2

b_2	-4.9893E-03
b_4	-3.7597E-04

【表4】

実施例2

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d2(可変)
基準状態 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t = 0.100\text{mm}$)		0.006 λ	9.300	4.700
光源の波長変動	$\Delta\lambda = +10\text{nm}$	0.007 λ	9.385	4.615
	$\Delta\lambda = -10\text{nm}$	0.008 λ	9.187	4.813
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.018 λ	9.508	4.492
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.026 λ	9.079	4.921
透明基板の厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.016 λ	9.818	4.182
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.019 λ	8.673	5.327

(注) 温度変化時の光源の発振波長変化量 $\Delta\lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$

【0076】次に、第2の実施の形態にかかる光ピックアップ装置について説明する。図6の光ピックアップ装置は、プラスチックレンズ1a、1bを保持部材1cで一体に保持した2群2枚構成の対物レンズ1と、光源で

ある半導体レーザ3と、光源3から射出される発散光の発散角を変換するカップリングレンズ2（レンズ要素2a、2bとからなる）と、光情報記録媒体の情報記録面505からの反射光を受光する検出器4とを備えている。対

物レンズ1は、カップリングレンズ2からの光束を光情報記録媒体の情報記録面5に集光する。

【0077】図6の光ピックアップ装置は、更に、情報記録面5からの反射光を検出器4に向けて分離するビームスプリッタ6と、カップリングレンズ2と対物レンズ1との間に配置された1/4波長板7と、対物レンズ1に前置された絞り8と、シリンдриカルレンズ9と、フォーカス・トラッキング用の2軸アクチュエータ10とを備える。

【0078】また、対物レンズ1は、その保持部材1cの外周に光軸に対し垂直方向に延びた面を持つフランジ部1dを有する。このフランジ部1dにより、対物レンズ1を光ピックアップ装置に精度よく取付けることができる。

【0079】そして、カップリングレンズ2は、入射された発散光束を光軸に対して、ほぼ平行光束にするコリメートレンズであっても良い。この場合は、半導体レーザ3の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体

の透明基板の厚みの誤差等に起因して光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を抑制するために、カップリングレンズ2のレンズ要素2aを、その光軸方向に変移可能としている。

【0080】次に、本実施の形態に適用可能な集光光学系の第3実施例について説明する。まず、本実施例の集光光学系のレンズデータを表5に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図7に示し、球面収差図を図8に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第1面および第3面に設けた回折構造の作用により集光光学系で発生する軸上色収差を補正している。さらに、表6に示すように、カップリングレンズ2のレンズ要素2a、2bの間隔を変えることで、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差を補正可能としている。

【表5】

実施例3

 λ 405nm

NA 0.85

面番号		r(mm)	d(mm)	N_d	νd
0	光源		9.557		
1(回折面1)	カップリング レンズ	∞	1.000	1.52491	56.5
2(非球面1)		-17.290	d2(可変)		
3(回折面2)		∞	1.000	1.52491	56.5
4(非球面2)		-23.158	d4(可変)		
5	絞り		0.000		
6(非球面3)	対物レンズ	1.870	1.700	1.52491	56.5
7(非球面4)		21.104	0.600		
8(非球面5)		0.916	1.100		
9		∞	0.150		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面係数

非球面1

K	-2.1849E+01
A_4	5.6259E-04
A_6	6.5164E-04
A_8	-9.6165E-05

非球面2

K	-2.6544E+01
A_4	6.8751E-04
A_6	2.4489E-04
A_8	2.9894E-05

非球面3

K	-1.1034E-01
A_4	-6.0609E-03
A_6	-1.2828E-03
A_8	-5.4230E-04
A_{10}	-1.0053E-04
A_{12}	-3.1022E-06
A_{14}	1.3974E-08
A_{16}	-8.2488E-06

非球面4

K	1.0547E+02
A_4	7.2959E-03
A_6	-1.8973E-03
A_8	4.8022E-04
A_{10}	-2.1096E-03
A_{12}	6.0792E-04

非球面5

K	-1.9362E-01
A_4	1.8873E-02
A_6	-1.7301E-02
A_8	1.1456E-01
A_{10}	-1.4290E-01

回折面係数

回折面1

b_2	-9.5885E-03
b_4	-8.0868E-04
b_6	-1.1868E-04

回折面2

b_2	-9.5292E-03
b_4	-4.2952E-04
b_6	-2.2554E-04

【表6】

実施例3

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d2(可変)	d4(可変)
基準状態 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T = 25^\circ\text{C}$, $t = 0.100\text{mm}$)		0.001 λ	4.000	5.000
光源の波長変動	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.004 λ	4.130	4.870
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.005 λ	3.886	5.114
温度変化	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.006 λ	4.785	4.215
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.008 λ	3.249	5.751
透明基板の厚さ誤差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.007 λ	1.928	7.072
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.009 λ	6.424	2.576

(注)温度変化時の光源の発振波長変化量 $\Delta \lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$

【0081】次に、図6の光ピックアップ装置に用いる 50 ことができる第4実施例の集光光学系について説明す

る。まず、本実施例の集光光学系のレンズデータを表7に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図9に示し、球面収差図を図10に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第3面および2群2枚構成の対物レンズの第1面に設けた回折構造の作用により集光光学系で発生する軸上色収差を補正してい

実施例4
λ 405nm
NA 0.85

面番号		r(mm)	d(mm)	N _d	ν d
0	光源		d0(可変)		
1(非球面1)	カップリング レンズ	-125.213	0.800	1.52491	56.5
2(非球面2)		10.615	d2(可変)		
3(回折面1)		∞	1.000	1.52491	56.5
4(非球面3)		-8.470	5.000		
5	絞り		0.000		
6(非球面4, 回折面2)	対物レンズ	1.944	1.700	1.52491	56.5
7(非球面5)		32.238	0.600		
8(非球面6)		0.959	1.100		
9		∞	0.150		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面係数

非球面1

K	1.8394E+03
A ₄	-4.6322E-03
A ₆	-2.1863E-03
A ₈	-3.0571E-02

非球面3

K	3.7370E-01
A ₄	-7.5808E-04
A ₆	6.2516E-05
A ₈	-1.3333E-05
A ₁₀	5.5520E-06

非球面5

K	-3.4728E+02
A ₄	3.1109E-03
A ₆	8.4223E-04
A ₈	2.7940E-03
A ₁₀	-2.6177E-03
A ₁₂	1.0154E-03

回折面係数

回折面1

b ₂	-1.3723E-02
b ₄	6.4381E-04

非球面2

K	-4.2244E+01
A ₄	-2.1729E-04
A ₆	-7.3557E-03
A ₈	-1.4106E-02

非球面4

K	-1.0167E-01
A ₄	-6.3824E-03
A ₆	-1.0712E-03
A ₈	-3.8459E-04
A ₁₀	-8.7158E-05
A ₁₂	2.9718E-06
A ₁₄	8.3886E-06
A ₁₆	-4.1865E-06

非球面6

K	-2.9075E-01
A ₄	2.0673E-02
A ₆	-2.2747E-02
A ₈	1.1245E-01
A ₁₀	-9.7095E-02

回折面2

b ₂	-6.3411E-03
b ₄	-9.0875E-05

【表8】

実施例4

球面収差変動の要因		補正後の波面収差	d0(可変)	d2(可変)
基準状態 (λ = 405nm, T = 25°C, t = 0.100mm)		0.001 λ	8.000	5.000
光源の波長変動	Δλ = +10nm	0.002 λ	8.128	4.872
	Δλ = -10nm	0.001 λ	7.873	5.127
温度変化	ΔT = +30°C	0.004 λ	7.837	5.163
	ΔT = -30°C	0.008 λ	8.162	4.838
透明基板の厚さ誤差	Δt = +0.02mm	0.003 λ	8.579	4.421
	Δt = -0.02mm	0.008 λ	7.357	5.643

(注) 温度変化時の光源の発振波長変化量 Δλ = +0.05nm/°C

る。さらに、表8に示すように、カップリングレンズのレンズ要素2 a、2 bの間隔を変えることで、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差を補正可能としている。

【表7】

【0082】次に、図1の光ピックアップ装置に適用できる第5実施例の集光光学系について説明する。まず、本実施例の集光光学系のレンズデータを表9に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図11に示し、球面収差図を図12に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第3面および1群1枚構成の対物レンズ1の第1面に設けた回折構造の作用により集光光学系で発生する軸上色収差を補正している。さらに、表10に示すように、カップリングレンズ2の

実施例5
 λ 405nm
 NA 0.85

面番号		r(mm)	d(mm)	N_d	ν_d
0	光源		d0(可変)		
1(非球面1)	カップリング レンズ	-15.158	0.800	1.52491	56.5
2(非球面2)		15.692	d2(可変)		
3(回折面1)		-32.332	1.200	1.52491	56.5
4(非球面3)		-7.369	6.150		
5	絞り		-1.150		
6(非球面4, 回折面2)	対物レンズ	1.247	2.750	1.52491	56.5
7(非球面5)		-0.861	d7(可変)		
8	透明基板	∞	d8(可変)	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

レンズ要素2a、2bの間隔を変えることで、片面に透明基板と情報記録層が3層積層された、いわゆる3層記録方式の光情報記録媒体に対する情報の記録および再生を可能とした。また、第1～4実施例と同様に、それぞれの情報記録媒体に対して情報の記録および再生を行う際の、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差も補正可能である。

【表9】

非球面係数

非球面1

K	2.2907E+02
A_4	-1.2113E-03
A_6	-2.3094E-02
A_8	5.7097E-04

非球面3

K	-5.7990E-01
A_4	5.3861E-05
A_6	8.2843E-04
A_8	1.2847E-04
A_{10}	2.2449E-05

非球面4

K	-7.0271E-01
A_4	2.0793E-02
A_6	-2.5985E-03
A_8	4.9919E-03
A_{10}	-2.2786E-04
A_{12}	-9.5332E-04
A_{14}	4.6404E-05
A_{16}	1.7553E-04
A_{18}	2.1430E-05
A_{20}	-2.9990E-05

回折面係数

回折面1

b_2	-1.6939E-02
b_4	6.4086E-04
b_6	-9.2105E-04
b_8	-4.4088E-05
b_{10}	4.2021E-06

非球面2

K	-7.1651E+02
A_4	-5.0140E-04
A_6	-1.5428E-02
A_8	-5.7871E-03

非球面5

K	-2.7384E+01
A_4	1.3778E-01
A_6	-3.2821E-01
A_8	2.6291E-01
A_{10}	-7.8115E-02
A_{12}	-2.5227E-04

回折面2

b_2	-4.9893E-03
b_4	-3.7597E-04

【表10】

33

34

実施例5

	第1情報記録層	第2情報記録層	第3情報記録層
d0(可変)	9.300	10.398	11.228
d2(可変)	4.700	3.602	2.772
d7(可変)	0.330	0.317	0.301
d8(可変)	0.100	0.150	0.200
波面収差	0.007 λ	0.010 λ	0.008 λ

【0083】本実施例では、光情報記録媒体を情報記録層間の透明基板の厚さが0.05mmである3層記録方式の光情報記録媒体としたが、本実施例による集光光学系は、例えば上記以外の形態の多層記録方式の光情報記録媒体に対する情報の記録および再生も可能である。

【0084】次に、図1の光ピックアップ装置に適用できる第6実施例の集光光学系について説明する。まず、本実施例の集光光学系のレンズデータを表11、12に示す。又、本実施例の集光光学系の概略断面図を図13

に示し、球面収差図を図14に示す。本実施例では、2群2枚構成のカップリングレンズ2の第3面および第4面に設けた回折構造の作用により集光光学系で発生する軸上色収差を補正している。さらに、表13に示すように、カップリングレンズ2のレンズ要素2a、2bの間隔を変えることで、レーザ光源3の波長変動、温度変化、透明基板の厚さの誤差に起因して集光光学系で発生する球面収差を補正可能としている。

【表11】

実施例6

 λ 405nm

NA 0.85

面番号		r(mm)	d(mm)	N λ	ν_d
0	光源		d0(可変)		
1	カップリング レンズ	∞	1.000	1.52491	56.5
2		-6.056	d2(可変)		
3		∞	1.000	1.52491	56.5
4		-19.860	5.000		
5	絞り	∞	0.000		
6	対物レンズ	1.194	2.650	1.52491	56.5
7		-0.975	0.355		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞			

【表12】

30

非球面係数

第2面	κ	7.8224E-01
	A4	-6.5522E-04
	A6	7.6018E-05
	A8	1.4178E-04

第4面	κ	-7.6290E+01
	A4	1.1179E-03
	A6	5.9633E-04
	A8	1.5178E-04
	A10	5.6734E-05

第6面	κ	-6.8335E-01
	A4	1.6203E-02
	A6	1.5491E-03
	A8	2.8929E-03
	A10	-3.6771E-04
	A12	-3.5822E-04
	A14	1.4842E-04
	A16	1.1960E-04
	A18	-3.0230E-05
	A20	-1.1052E-05

第7面	κ	-2.1704E+01
	A4	3.0802E-01
	A6	-6.3950E-01
	A8	5.8536E-01
	A10	-2.1562E-01
	A12	-2.5227E-04

回折面係数

第3面	b2	-1.2117E-02
	b4	-5.5463E-04
	b6	-1.6754E-04
	b8	-8.4468E-05
	b10	-3.4341E-06

第4面	b2	-1.1967E-02
	b4	-3.3959E-04
	b6	-6.3935E-05
	b8	-6.8699E-05
	b10	-1.6431E-05

【表13】

実施例6

球面収差変動の原因		波面収差	d0(可変)	d2(可変)
基準状態 ($\lambda=405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.1\text{mm}$)		0.004 λ	5.000	2.000
光源の波長変動	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.004 λ	4.956	2.044
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.006 λ	5.049	1.951
温度変化	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.011 λ	4.906	2.094
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.014 λ	5.093	1.907
透明基板厚さ誤差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.004 λ	4.794	2.206
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.005 λ	5.205	1.795

(注) 温度変化時の光源の発振波長の変化量 $\Delta\lambda=+0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$

【0085】以上の第1～6実施例の集光光学系は、材料として飽和吸水率が0.01%以下、かつ使用波長領域での厚さ3mmにおける内部透過率が90%以上であるプラスチックを用いているので、吸水による結像性能へ影響が少なく、かつ光の利用効率が高く、さらに射出成形によって安価に大量生産ができる。また、比重2.0以下のプラスチックを用いることで集光光学系全体が軽量で、対物レンズ1の駆動機構（アクチュエータ10など）や、カップリングレンズ2の駆動機構（アクチュエータ11）への負担を軽減できるため、高速駆動や駆動機構の小型化が可能である。

【0086】図15は、第3の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。図15の光ピックアップ装置は、図1の光ピックアップ装置に対し

て、アクチュエータ11により、カップリングレンズ2のレンズ要素2aでなく、レンズ要素2bを光軸方向に変移させる点のみが異なるため、それ以外については説明を省略する。

【0087】図16は、第4の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。図16の光ピックアップ装置は、図6の光ピックアップ装置に対して、アクチュエータ11により、カップリングレンズ2のレンズ要素2aでなく、レンズ要素2bを光軸方向に変移させる点のみが異なるため、それ以外については説明を省略する。尚、図15、16の光ピックアップ装置に対して、第1～6実施例の集光光学系のいずれも適用可能である。又、図15、16の光ピックアップ装置の変形例として、カップリングレンズ2のレンズ要素2

a、2b双方を変移させることで、その間隔を変えるようにしても良い。

【0088】

【発明の効果】本発明によると、レーザ光源の発振波長変化、温度・湿度変化、光情報記録媒体の透明基板の厚みの誤差等に起因して光ピックアップ装置の各光学面で発生する球面収差の変動を、簡易な構成で効果的に補正できる集光光学系および光ピックアップ装置を提供することができる。

【0089】更に本発明によると、レーザ光源のモードホップ現象に起因して対物レンズで発生する軸上色収差を効果的に補正できる集光光学系および光ピックアップ装置を提供することができる。

【0090】又、本発明によると、短波長レーザ光源と高開口数の対物レンズを備え、透明基板厚みの異なる複数の情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行える集光光学系および光ピックアップ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。

【図2】第1実施例の集光光学系の概略断面図である。

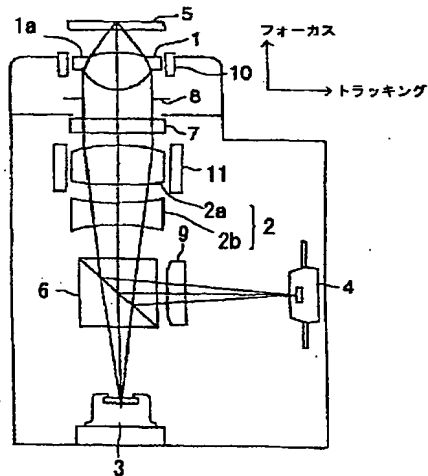
【図3】第1実施例の集光光学系の球面収差図である。

【図4】第2実施例の集光光学系の概略断面図である。

【図5】第2実施例の集光光学系の球面収差図である。

【図6】第2の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。

【図1】



【図7】第3実施例の集光光学系の概略断面図である。

【図8】第3実施例の集光光学系の球面収差図である。

【図9】第4実施例の集光光学系の概略断面図である。

【図10】第4実施例の集光光学系の球面収差図である。

【図11】第5実施例の集光光学系の概略断面図である。

【図12】第5実施例の集光光学系の球面収差図である。

【図13】第6実施例の集光光学系の概略断面図である。

【図14】第6実施例の集光光学系の球面収差図である。

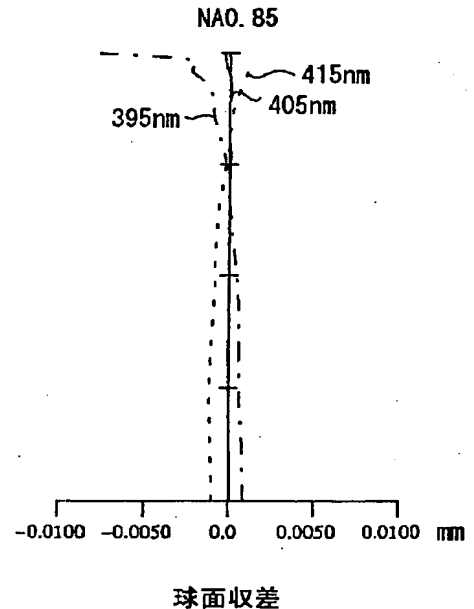
【図15】第3の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。

【図16】第4の実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略的な構成図である。

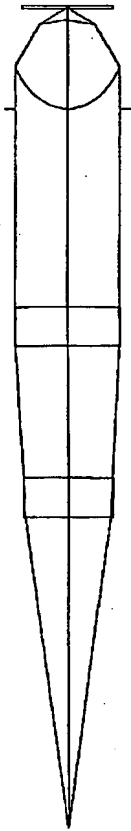
【符号の説明】

- | | |
|---------|--------------------|
| 1 | 対物レンズ |
| 2 | カップリングレンズ |
| 2 a、2 b | カップリングレンズのレンズ要素 |
| 3 | 半導体レーザ（光源） |
| 4 | 検出器 |
| 5 | 情報記録面 |
| 10 | 2軸アクチュエータ（第1の駆動装置） |
| 11 | 1軸アクチュエータ（第2の駆動装置） |

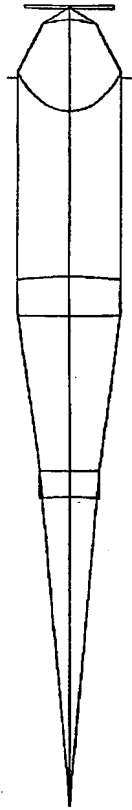
【図3】



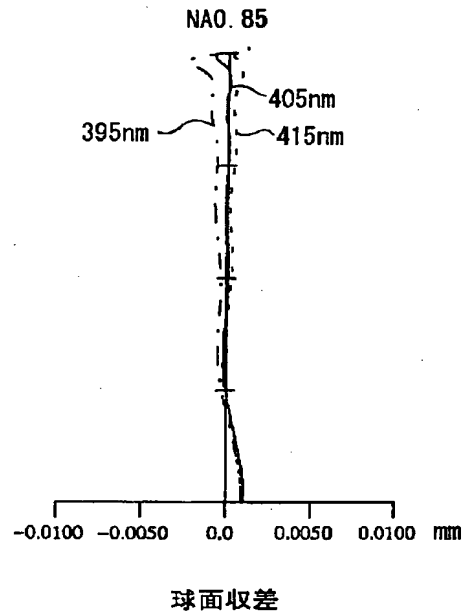
【図2】



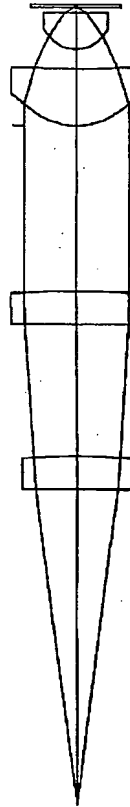
【図4】



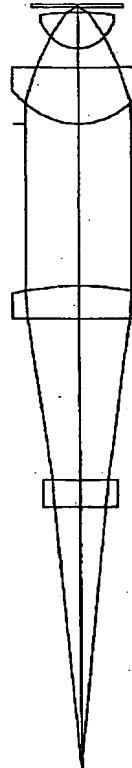
【図5】



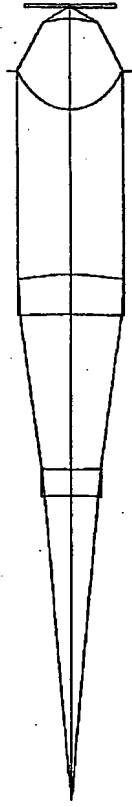
【図7】



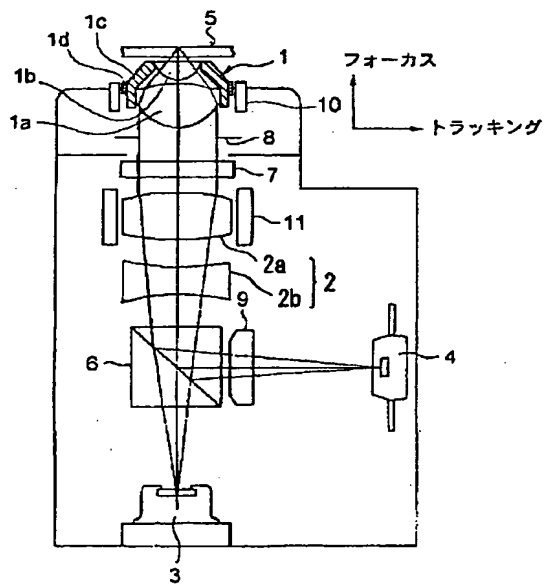
【図9】



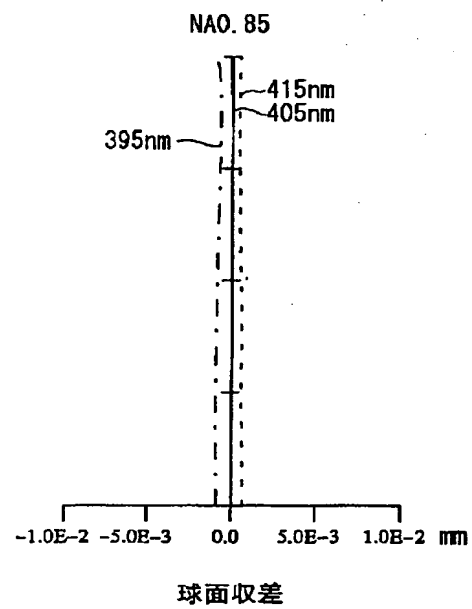
【図11】



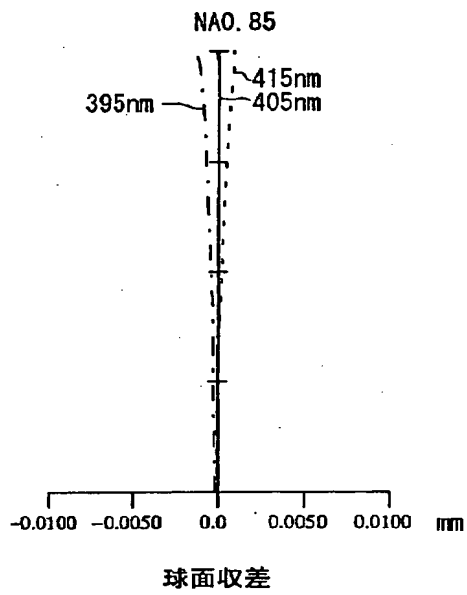
【図6】



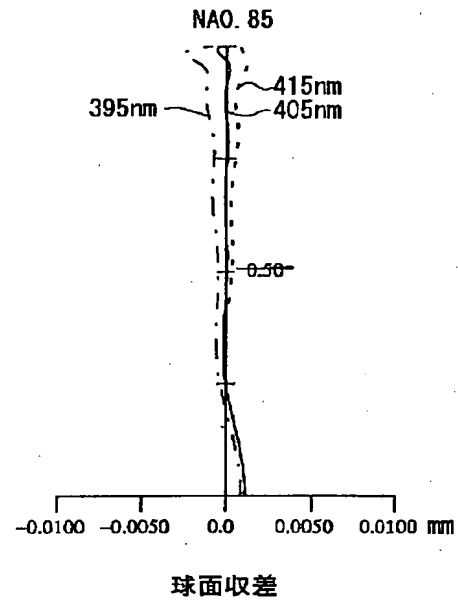
【図8】



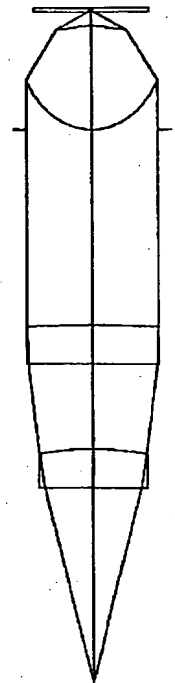
【図10】



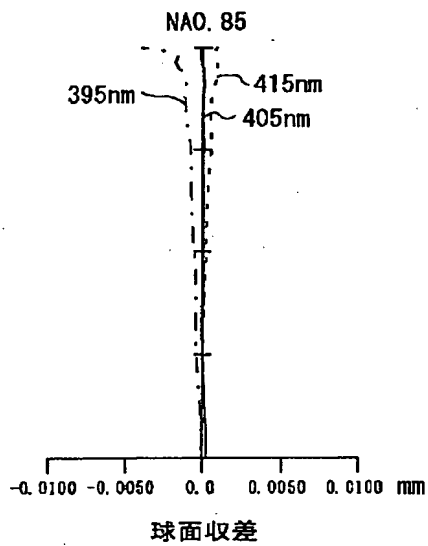
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

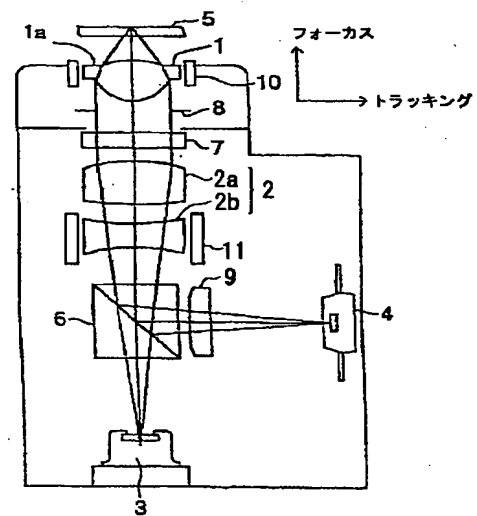


Figure 1 is a schematic diagram of a projection optical system. The diagram shows a light path from a source (3) through a series of lenses (1, 2, 6) and mirrors (4, 5, 7, 8, 9, 10, 11) to a projection surface. Labels include 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. Arrows indicate the light path. Text labels 'フォーカス' (Focus) and 'トラッキング' (Tracking) are present.

Fターム(参考)	2H087	KA13	LA01	MA03	NA01	NA08
		PA03	PA04	PA17	PB03	PB04
		QA01	QA03	QA05	QA07	QA13
		QA18	QA21	QA25	QA33	QA34
		QA41	QA45	QA46	RA04	RA05
		RA11	RA12	RA13	RA32	RA41
		RA42	RA45	RA46		
	5D118	AA13	BA01	BB02	BF02	BF03
		CD02	CD03	CD08	DC03	DC04
		EB01				
	5D119	AA11	AA22	BA01	DA01	DA05
		EC01	EC03	FA05	JA02	JA04
		JA44	JA47	JB02	KA02	